



## MOOC AGRORESSOURCES ET AGRO-INDUSTRIES DURABLES

### SEMAINE 1 : Concept de bioraffinerie

Auteur : Xavier CAMELEYRE

#### Concept de Bioraffinerie

##### Qu'est-ce qu'une bioraffinerie ?

La bioraffinerie est un complexe industriel (usine) permettant de valoriser la totalité de la biomasse pour produire des molécules (pour la chimie verte), des carburants et de l'énergie. Les procédés de transformation sont non seulement de nature biologique mais aussi physique et chimique. Le préfixe « bio » se justifie par le caractère vivant de la matière première : la biomasse.

Le concept de bioraffinerie est analogue à la raffinerie de pétrole, qui produit différents carburants et produits à partir du pétrole. La raffinerie traditionnelle convertit le pétrole en carburants, en molécules plateformes pour la pétrochimie, et en spécialités chimiques telles que les lubrifiants et les solvants.

La raffinerie de la biomasse convertit elle la biomasse en biocarburants, en molécules plateformes pour l'agro-chimie, et en des spécialités chimiques telles que les biolubrifiants et les biosolvants. La bioraffinerie est en concurrence avec la raffinerie pétrolière quand elle est capable de proposer au marché des molécules analogues dans leurs propriétés et dans leurs usages.

En produisant de la bioénergie et des produits biobasés, la bioraffinerie tire profit de tous les composants et intermédiaires, et maximise la valeur qui est dérivée des opérations de raffinage.

Deux catégories de bioraffineries peuvent être théoriquement distinguées: celles axées sur le produits biobasés et celles axées sur la bioénergie. Dans les bioraffineries axées sur les produits, la biomasse est fractionnée en de multiples produits biobasés avec une valeur ajoutée maximale et un impact environnemental minimal, les résidus du procédé étant utilisés pour la production de chaleur et/ou d'électricité.

Dans les bioraffineries axées sur l'énergie, la biomasse est d'abord utilisée pour la production de biocarburants, électricité et chaleur, et les résidus du procédé sont vendus comme alimentation animale ou mieux encore sont valorisés comme produits à haute valeur ajoutée pour optimiser les aspects économiques et écologiques de la filière complète de la biomasse.



## MOOC AGRORESSOURCES ET AGRO-INDUSTRIES DURABLES

D'autres concepts de bioraffineries sont les bioraffineries vertes, les bioraffineries céréalières, les bioraffineries lignocellulosiques et les bioraffineries marines.

Les bioraffineries sont communément classifiées en fonction de leur type de matières premières:

- première génération pour les procédés à partir de plantes alimentaires telles que grains de céréales
- et la deuxième génération pour les procédés à partir de matériaux lignocellulosiques.

Ces matériaux lignocellulosiques qui représentent la vaste majorité des matériaux végétaux, comprennent :

- les résidus agricoles tels que la paille, la bagasse, les rafles de maïs par exemple
- les résidus forestiers
- une fraction des déchets municipaux et industriels
- les cultures énergétiques telles que le miscanthus, le switchgrass, le jatropha, ou les taillis à courte rotation issus des saules et peupliers par exemple.

### La bioraffinerie traditionnelle ou de première génération

Dans leur version traditionnelle, de nombreuses agro-industries fabriquent déjà, à partir d'organes végétaux particuliers (grains, racines, tiges, etc.), des produits plus ou moins raffinés. Les filières céréalières, betteravières et oléagineuses sont parfaitement structurées de même que celles qui alimentent les usines de pâte à papier.

La plus grosse industrie consommatrice d'**amidon** est le secteur des papiers et cartons ondulés. L'amidon est aussi utilisé dans la fabrication de plastiques biodégradables et dans divers secteurs comme la pharmacie, la cosmétique, le textile, les colles et même la construction ou la métallurgie.

Les principaux dérivés des **huiles végétales** se rattachent d'un côté à ceux des chaînes grasses, de l'autre à ceux du glycérol. La fabrication du biodiesel à partir d'huile de colza ou de tournesol en Europe est de loin la principale filière industrielle en volume. Les huiles végétales sont également utilisées comme lubrifiants, peintures, laques et vernis. Elles ont en principe un grand potentiel pour remplacer toute la chimie des oléfines d'origine fossile. Malheureusement, la plupart des voies possibles sont complexes et surtout très coûteuses.

### La bioraffinerie de seconde génération

Le développement de bioraffineries reposant sur l'utilisation des plantes entières devrait permettre d'élargir le panel de molécules issues du végétal mises sur le marché. Les filières dites « **lignocellulosiques** » valorisent les parois végétales riches en celluloses, hémicelluloses et lignines : on peut ainsi citer le bois, la paille, les cultures dédiées mais aussi



## MOOC AGRORESSOURCES ET AGRO-INDUSTRIES DURABLES

tous les déchets d'origine végétale. Un énorme potentiel concerne en particulier la cellulose dont la production actuelle est surtout celle de la filière pâte à papier.

Après transformation ou non, les applications d'aujourd'hui concernent aussi bien le textile que la pharmacie, les cosmétiques, les adhésifs, les lessives, etc.

Demain, à l'échelle industrielle, la bioraffinerie de seconde génération traitera des matières premières lignocellulosiques pour produire en priorité des **biocarburants et des molécules intermédiaires pour la chimie**.

Les différentes pistes explorées concernent surtout **la voie dite thermochimique et celle dite biochimique**. Dans le premier cas, la structure initiale de la biomasse n'est pas préservée. Soumise à des températures élevées, celle-ci est décomposée, selon les cas, en liquide, en gaz et en un résidu solide. Un gaz de synthèse est ensuite produit puis transformé en chaînes d'hydrocarbures de longueurs variables compatibles avec une production de diesel, de kérosène, d'essence et de bases pétrochimiques. La première démonstration en France, le projet [BioTFuel](#), conduira à une production d'environ 200 000 litres/an de biocarburants à l'horizon 2020.

La voie biochimique privilégie la fragmentation des polymères de la biomasse puis leur conversion par des enzymes et l'action de microorganismes. Le projet [Futurol](#) porte les espoirs français de cette filière pour produire majoritairement de l'éthanol carburant à partir d'une grande diversité de biomasse.

Actuellement plutôt basées sur une technologie associée à une nombre restreint de biomasse, le développement de cette filière complexe passera par la création de bioraffinerie intégrée utilisant différents types de biomasse comme matières premières et différentes technologies de conversion pour produire toute une gamme de produits axés tantôt plus spécialement sur les biocarburants, tantôt sur les produits biobasés.

Le développement de procédés adaptés à la spécificité des matières premières végétales et l'adaptation des procédés existants constituent des enjeux importants. Il s'agit en effet d'assurer le développement d'une activité « chimie et matériaux biosourcés » par les industries traditionnelles (chimistes, plasturgistes...). La multiplicité des ressources en biomasse et des technologies de transformation et la diversité des produits et secteurs d'application expliquent la complexité de la filière.

Elle concerne aussi une grande diversité d'acteurs, qui vont de la production de la biomasse à la distribution du produit fini, en passant par toutes les étapes intermédiaires de transformation réalisées par les agro-industriels, les chimistes, les plasturgistes...

Demain, ce sont les biotechnologies, via notamment la biologie synthétique, qui offriront les plus grandes perspectives de développement des bioraffineries.



## MOOC AGRORESSOURCES ET AGRO-INDUSTRIES DURABLES

A-